

**Technisches Gutachten zur Analyse der elektrischen Feld-
immission im südlichen Bereich des Hauptbahnhofes
84034 Landshut, Bahnhofstr.**

Dokument Nr. N33-2018

Inhalt

	Seite
Rechtliche Hinweise	1
1.0 Sachlage und Aufgabenstellung	2
1.1 Lage	2
1.2 Feststellungen	6
1.3 Aufgabenstellung	6
2.0 Physikalische Zusammenhänge	7
2.1 Wirkungen auf den menschlichen Organismus	8
2.2 Technische Auswirkungen	8
2.3 Begriffserklärungen, verwendete Einheiten	8
2.4 Grenzwerte	9
3.0 Messung der Feldimmission	10
3.1 Messgerät und Messverfahren	10
3.2 Durchführung der Messung	11
3.3 Kurzzeitmessung	11
4.0 Langzeitmessung	12
4.1 Messpositionen	12
4.2 Messergebnisse	13
5.0 Bewertung der Messergebnisse	16
5.1 Personenschutz nach 26. BImSchV	16
6.0 Zusammenfassung und Empfehlungen	17
7.0 Verwendete Literatur	17
8.0 Konfigurationsänderungen	17
Anhang	18

Rainer Modt, Dipl.- Ing.



Germering, Juni 2018

Urheberrecht

Das nachfolgende Dokument unterliegt dem Schutz des Urheberrechtes. Es ist insbesondere untersagt dieses oder auch nur einzelne Teile davon (z.B. auch Tabellen oder Graphiken) ohne schriftliche Zustimmung des Autors, auch unter Verwendung von elektronischen Datenverarbeitungssystemen, zu verarbeiten, zu vervielfältigen oder zu verbreiten (§§53, 54 UrhG). Jede Zuwiderhandlung wird im Wege der Geltendmachung von Unterlassungs- und Schadensersatzansprüchen verfolgt (§106 UrhG).

Haftung

Der Autor haftet nicht für die Übertragbarkeit der Ergebnisse dieses Dokumentes auf alle denkbaren Rahmenbedingungen sowie für die wirtschaftlichen Folgen bei der Interpretation der Ergebnisse. Die Ergebnisse gelten lediglich für die zum Zeitpunkt der Messung geltenden Bedingungen und das angegebene Mess- oder Rechenverfahren.

Fotodokumentation

Die in Teilen des Dokumentes eingefügten Fotos dienen lediglich zur Darstellung von technischen Anlagen oder Messpositionen. Die Abbildung von Personen oder weiteren Gebäuden ist rein zufällig, so dass eine Verletzung von fremden Urheber- oder Persönlichkeitsrechten nicht bewertet werden kann. Um derartige Bedenken auszuschließen ist eine Weitergabe, Bearbeitung oder Weiterverwendung der Fotodokumentation für andere Zwecke untersagt.

1.0 Sachlage und Aufgabenstellung

1.1 Lage

Direkt südlich der Bahntrasse in 84034 Landshut und an der Bahnhofstr. befindet sich derzeit ein Grundstück mit einer Kleingartenanlage das in Zukunft bebaut werden soll.

Abb. 1 zeigt die geplante Bebauung mit der nördlich liegenden Bahntrasse und die Achse der Messpositionen. Die Messpositionen 1 – 5 wurden auf dieser Achse rechtwinklig zur Bahntrasse festgelegt. An anderen Positionen des Baugebietes, jedoch in gleichem Abstand zur Bahntrasse wäre mit den ähnlichen Messergebnissen zu rechnen. (siehe Abb. 2). Messposition MP1 liegt direkt neben einem Mast für eine Speiseleitung des Bahnnetzes. (siehe Abb. 3) Mit dem gleichmäßigen Abstand der weiteren Messpositionen ist damit der Abfall der Messergebnisse mit zunehmender Entfernung von der Bahntrasse darstellbar.

Wie angeboten ist zusätzlich im westlichen Bereich nahe dem nach Süden abgehenden Gleiskörper eine Messposition (MP6) vorgesehen. Hier hat sich gezeigt dass diese Strecke nicht elektrifiziert ist (siehe Abb. 4). Trotzdem ist die Messung durchgeführt worden. In größerer Entfernung war die Speiseleitung für das Bahnnetz sichtbar, so dass diese als einzige Immissionsquelle vermutet werden kann.

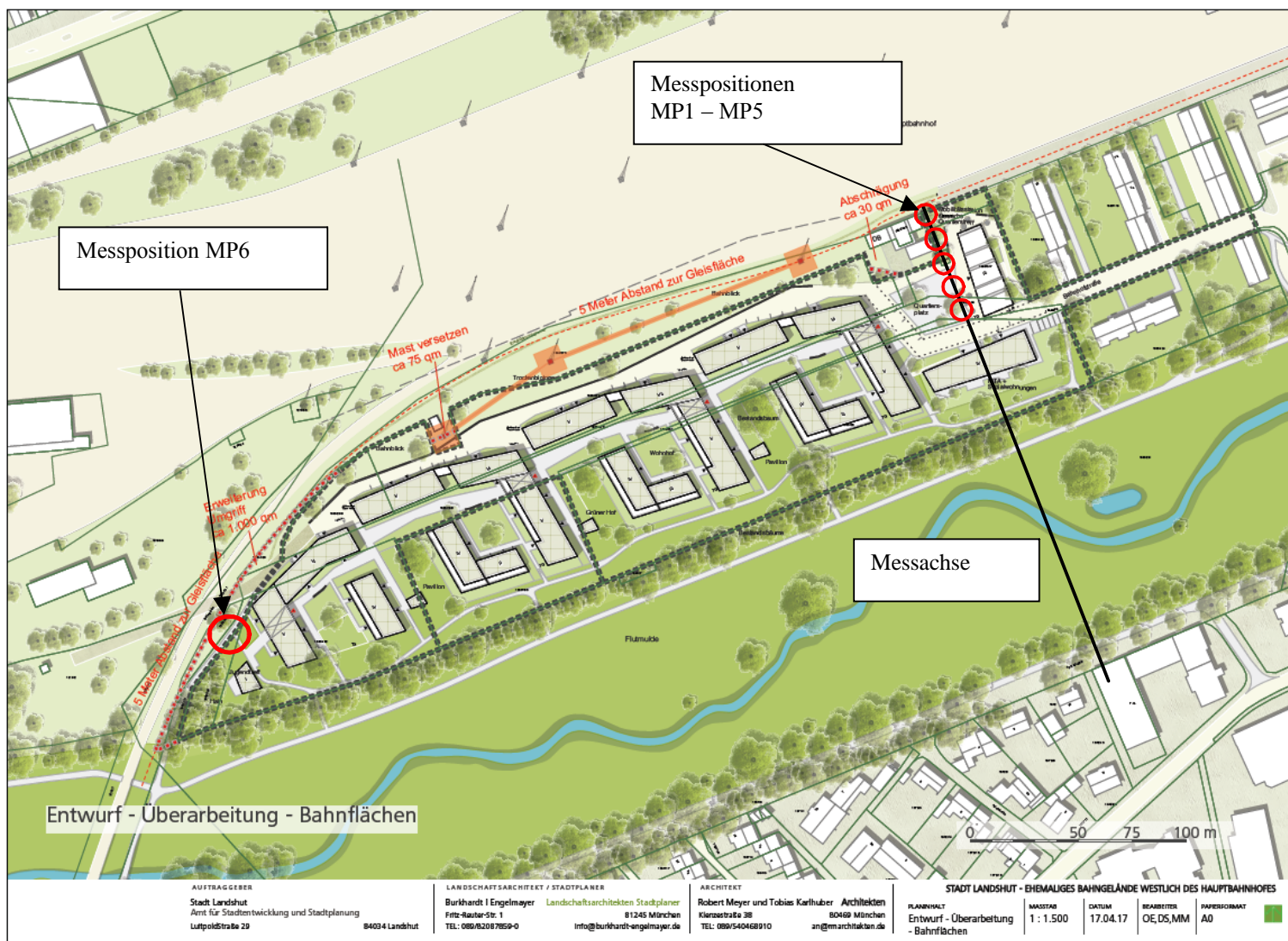


Abb. 1 Lage der geplanten Bebauung mit Bahntrasse und Messachse

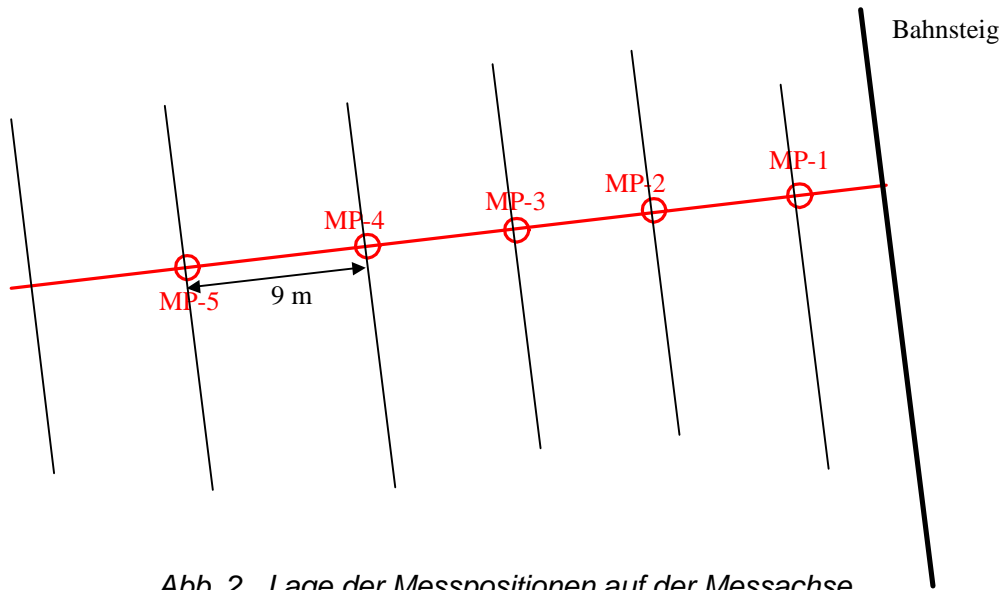


Abb. 2 Lage der Messpositionen auf der Messachse



Abb. 3a Messpositionen MP1-MP5



Abb. 3b Messgerät an MP1

Speiseleitung



Abb. 3c Messgerät an MP6



Abb. 3d Messgerät auf Stativ

1.2 Feststellungen

Das Grundstück wird nördlich durch die Bahntrassen im Bereich des Hauptbahnhofes begrenzt. Darauf befinden sich mehrere elektrifizierte Trassen für den Fern-, Regional- und Güterverkehr. Während des Messzeitraumes konnte mehrfach ein Bahnverkehr festgestellt werden.

Eine elektrische Immission bestehend aus einer magnetischen und elektrischen Feldstärke wird demnach primär bei einer Frequenz von $16^{2/3}$ Hz (Bahnstrom) erwartet. Bei einer Kurzzeitmessung konnte durch Umschaltung des Messfilters auf 50 Hz festgestellt werden, dass der durch den Bahnverkehr erzeugte Anteil dominierend ist. Um auch Oberwellen des $16^{2/3}$ Hz – Anteiles zu messen, wurde das Messfilter in der Einstellung ALL (Breitbandmessung) betrieben.

1.3 Aufgabenstellung

Mit der vorliegenden Untersuchung soll durch eine Langzeitmessung die Stärke der magnetischen Flussdichte und des elektrischen Feldes an verschiedenen Positionen festgestellt werden. Die Ergebnisse sollen den gesetzlichen Grenzwerten nach der 26 Bundesimmissionsschutzverordnung (26. BImSchV) gegenübergestellt werden.

2.0 Physikalische Zusammenhänge

Jeder stromdurchflossene elektrische Leiter (z.B. Kabel, Freileitung) bildet in seiner Umgebung ein magnetisches Feld, welches die üblichen Baustoffe durchdringen kann. Lediglich wenn größere Eisenelemente im Gebäude integriert werden, kann dadurch das magnetische Feld beeinflusst werden. Eine Abschirmung des Feldes ist nur mit speziellen metallischen Werkstoffen hoher Permeabilität möglich.

Entsprechend der Lage und Belastung der Oberleitungen und dem Rückstrom in den Schienen ergibt sich ein magnetisches Summenfeld. Mit zunehmender Entfernung von einem oder mehreren Leitern nimmt die Stärke des Feldes schnell ab. Dies ist in Abb. 4 für eine zweigleisige Bahnstrecke exemplarisch dargestellt.

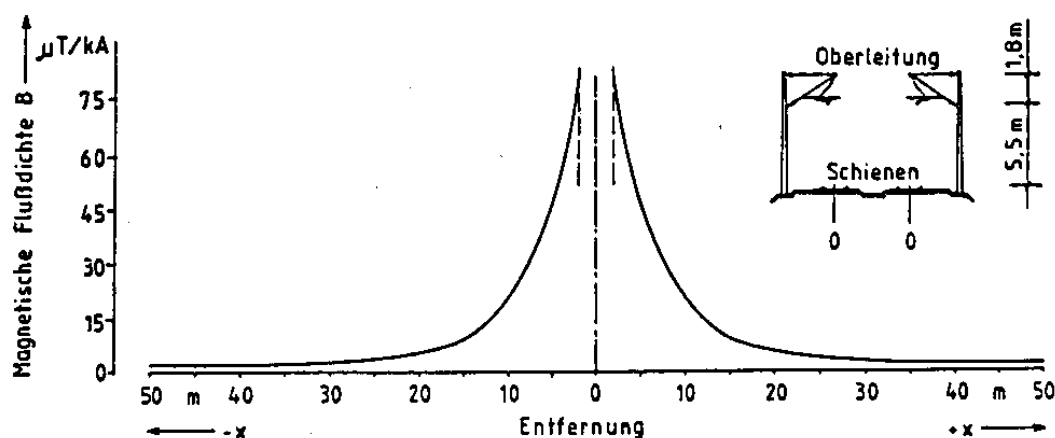


Abb.4 Theoretischer Verlauf der maximalen magnetischen Flussdichte je 1000 A Fahrstrom im Bereich einer zweigleisigen Bahnstrecke mit Wechselstromoberleitung Quelle: DIN VDE 0228 Teil 6

Die üblichen elektrischen Bahnen der Bahn AG werden mit einer Frequenz von $16\frac{2}{3}$ Hz betrieben. Je nach Fahrverkehr schwankt die Strombelastung und damit die magnetische Feldstärke stark, d.h. für eine eingehendere Untersuchung muss über einen längeren Zeitraum gemessen werden. Da die Schienen (Rückleiter) nicht isoliert vom Erdreich installiert sind, kann je nach Bodenfeuchte ein Querstrom zu benachbarten Gleisen oder zu und in unterirdischen Metallteilen (Versorgungsrohre für Wasser, Erdgas usw.) zustande kommen, der seinerseits ebenfalls ein magnetisches Feld aufbaut.

Sofern vorhanden wird durch das öffentliche Stromversorgungssystem (z. B. Freileitungen, Erdkabel) sowie durch eine hausinterne Verkabelung zusätzlich ein magnetisches Wechselfeld von 50 Hz erzeugt.

2.1 Wirkungen auf den menschlichen Organismus

Bei einer lang andauernden Überschreitung eines zulässigen Grenzwertes (siehe Absatz 2.4) für die magnetische und elektrische Feldstärke kann es zu schädlichen Reizwirkungen innerhalb des menschlichen Körpers kommen. Diese Wirkung wird durch körperinterne elektrische Ströme erzeugt die vorwiegend durch das externe Wechselfeld induziert werden. Mit niedrigerer Frequenz ($16^{2/3}$ Hz gegenüber 50 Hz) nimmt diese Wirkung ab. Daher wird hierfür ein höherer Grenzwert zugelassen.

2.2 Technische Auswirkungen

Durch die Einwirkung eines Wechselfeldes in großflächige Leitungskreise kann eine Spannung induziert werden, die zu einer Störung empfindlicher elektronischer Geräte, medizinischer Geräte, benachbarte Leitungsnetze oder konventioneller PC- und TV-Monitore führen kann. Im Rahmen der vorliegenden Aufgabenstellung werden diese Zusammenhänge jedoch nicht weiter untersucht.

2.3 Begriffserklärungen, verwendete physikalische Einheiten

Die magnetische Immission wird durch die Stärke des magnetischen Wechselfeldes bestimmt. Das magnetische Feld an einem bestimmten Ort ist eine gerichtete Größe (Vektor) und wird mit dem Symbol H und in der Einheit A/m (Ampere pro Meter) angegeben. Im Medium Luft ergibt sich daraus die magnetische Flussdichte (ähnlich der mechanischen Kraft) mit dem Symbol B und in der Einheit T (Tesla) nach dem folgenden Zusammenhang.

$$B [\mu\text{T}] = \mu_0 * H = 1,256 * H [\text{A/m}]$$

Damit entsprechen

$1 \mu\text{T}$ (Mikrotesla)	$= 10^{-6} \text{ T}$
1 nT (Nanotesla)	$= 10^{-9} \text{ T}$
μ_0	$= \text{absolute Permeabilitätszahl} = 4 \pi 10^{-7} \text{ Vs/Am}$

Die elektrische Feldimmission wird durch die Stärke des elektrischen Wechselfeldes bestimmt. Diese wird mit dem Symbol E und in der Einheit V/m (Volt pro Meter oder Kilovolt pro Meter) angegeben.

2.4 Grenzwerte

Um eine Gefährdung der Allgemeinheit auszuschließen sind vom Gesetzgeber in der 26. BImSchV (Bundesimmissionsschutzverordnung) Grenzwerte für den Personenschutz vorgeschrieben (Anhang 2 zu §3). Die folgenden Werte beziehen sich auf Bereiche in denen ein nicht nur vorübergehender Aufenthalt statt findet (z.B. Wohnräume, Schulen, Kindergärten, Sport- u. Spielplätze). Kleinräumige Überschreitungen außerhalb von Gebäuden oder kurzzeitige Überschreitungen sind nach der genannten Verordnung zulässig.

Grenzwert für die magnetische Flussdichte bei $16^{2/3}$ Hz	$B_g = 300 \mu\text{T}$
Grenzwert für die elektrische Feldstärke bei $16^{2/3}$ Hz	$E_g = 5.000 \text{ V/m}$
Grenzwert für die magnetische Flussdichte bei 50 Hz	$B_g = 100 \mu\text{T}$
Grenzwert für die elektrische Feldstärke bei 50 Hz	$E_g = 5.000 \text{ V/m}$

Die obigen Grenzwerte sind aus den Körperstrom-Grenzwerten der WHO von 2 mA/m^2 abgeleitet.

Weil bei der tieferen Frequenz von $16^{2/3}$ Hz geringere Wirbelströme im Körper induziert werden ist bei gleicher Reizwirkung ein höherer Grenzwert der magnetischen Flussdichte zugelassen. Äquivalent dem Frequenzverhältnis ist der Grenzwert um das dreifache höher.

$$50 \text{ Hz} / 16^{2/3} \text{ Hz} = 300 \mu\text{T} / 100 \mu\text{T}$$

Die Ergebnisse einer Messung oder Berechnung (Größe B bzw. E) werden auf die genannten Grenzwerte B_g bezogen, so dass sich eine relative Feldimmission B_r in Prozent ergibt.

$$B_r = (B / B_g) * 100 \%$$

Damit wird gesagt zu welchem Prozentsatz der zulässige Grenzwert ausgeschöpft wird. Erst bei einer Annäherung an 100 % wäre eine kritische Situation erreicht.

3.0 Messung der Feldimmission

3.1 Messgerät und Messverfahren

Bei dem verwendeten Messgerät handelt es sich um das ESM-100 der Firma Maschek, Serial Nr. 971520. Damit kann gleichzeitig sowohl das elektrische als auch das magnetische Feld gemessen werden. Die magnetische Flussdichte wird durch eine induktive Ankopplung und das elektrische Feld durch eine kapazitive Ankopplung gemessen. Das Gerät entspricht den Anforderungen nach der DIN VDE 0848 und der europäischen Nachfolgenorm EN 50413.

Die Messergebnisse stellen stets den Betrag der magnetischen Flussdichte des Summenvektors nach der Formel

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$$

dar (isotrope Messung). Die elektrische Feldstärke wird in äquivalenter Weise isotrop gleichzeitig mitgemessen. Der Messwert wird stets als Effektivwert angezeigt.

Gerätedaten:	Genauigkeit	+/- 5% (inklusive Kalibrierfehler)
	Auflösung	B-Feld 1 nT E-Feld 0,1 V/m
	Frequenzbereich	5 Hz bis 400 KHz (-3 dB Bandbreite)
	Messbereich	B-Feld 15 nT bis 20 mT E-Feld 1,5 V/m – 200 KV/m
	Filter 50 Hz	50 Hz Bandpass 12 dB
	Filter 16 Hz	16 2/3 Hz Bandpass 12 dB
	Filter All	Breitbandbereich bis 400 KHz

Das Kalibrierzertifikat liegt dem Verfasser vor.

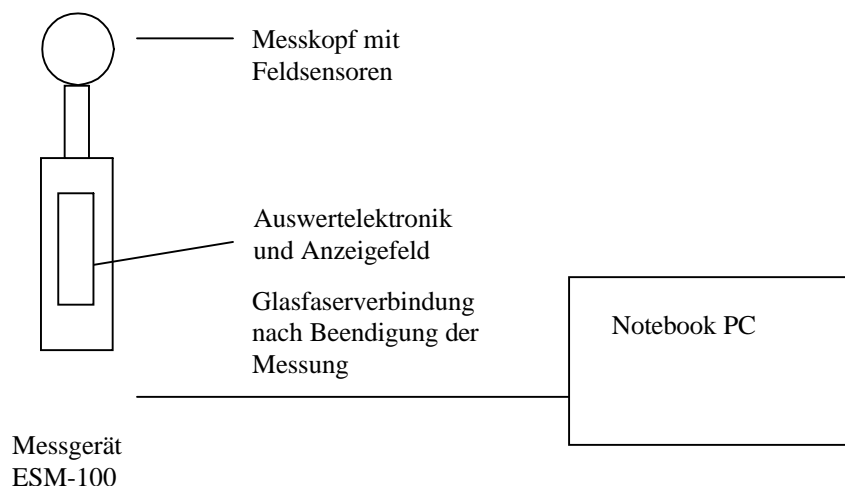


Abb.5 verwendetes Messgerät

Die Messergebnisse stellen innerhalb des gewählten Frequenzbereiches stets die Summe aller Feldvektoren (Richtung der Feldkomponenten) als auch aller Immissionsquellen dar.

3.2 Durchführung der Messung

Am 12.06.2018 wurde die Messung in der Zeit von etwa 10:45 bis 12:15 durchgeführt. Innerhalb dieser Zeit wurden eine kurze Orientierungsmessung, die Lage der Messpositionen vermessen (Laserentfernungsmesser), die Langzeitmessung und der Übertrag der Messdaten auf einen Notebook-PC durchgeführt.

Während der Messaktion herrschten die folgenden Witterungsbedingungen.

Lufttemperatur:	ca. +25 °C
Witterung:	trocken

3.3 Kurzzeitmessung im Niederfrequenzbereich mit ESM-100

Um einen Überblick über die Feldverteilung zu gewinnen, ist zunächst an MP1 eine Kurzzeitmessung durchgeführt worden. Die Messhöhe über dem Boden war 1,80 m. Bei der Kurzzeitmessung wurde das Messgerät auf das Stativ montiert und die Anzeige über einen Zeitraum von ca. 1-2 Minuten beobachtet. Wie in Absatz 1.2 erläutert wurden auch verschiedene Filtereinstellungen gewählt. Die höchsten Werte ergaben sich erwartungsgemäß in der nächst gelegenen Position zur Bahntrasse und im Bereich von $16^{2/3}$ Hz.

Es waren starke Schwankung der magnetischen Flussdichte festzustellen. Dies ist normal und wird durch die Lastschwankungen des Bahnverkehrs verursacht (siehe auch Diagramme der Langzeitmessung).

4.0 Langzeitmessung mit ESM-100

Zur Klärung der zeitlichen Veränderung wurde zusätzlich an den angegebenen Positionen eine Langzeitmessung durchgeführt. Dazu wurde das Messgerät auf einem Stativ montiert (1,8 m Höhe über Grund) und in den internen Speichermodus geschaltet. Alle Messungen wurden breitbandig durchgeführt, d.h. es wurden auch Oberwellen der Bahnstromfrequenz mitgemessen. Dabei wurde alle 2 Sekunden ein Messwertsatz gespeichert. Nach ca. 10 Minuten wurde die Messposition gewechselt.

Als das Messgerät an jeder der Messpositionen stand, wurde jeweils ein mehrfacher Bahnverkehr festgestellt.

Nach Beendigung der Messung wurde das Gerät über Lichtleiter mit einem PC verbunden und mit einer das Messgerät unterstützenden Software wurden die Messwerte übertragen und als Datei gespeichert. Die daraus resultierenden Diagramme der magnetischen Flussdichte sind als Funktion der Zeit dargestellt (siehe Abb. 6 und 7). Über die Zeiträume an denen sich das Messgerät an einer stabilen Messposition befand sind die Maximal- und Mittelwerte berechnet worden.

4.1 Messpositionen

MP-1 lag neben einem Mast der Bahnstromversorgung (siehe Abb. 3b). Alle weiteren Messpositionen lagen im Abstand von 9 m auf einer Achse senkrecht zur Bahntrasse (siehe Abb. 1 und 3a).

Es kann angenommen werden, dass an anderen Positionen mit gleicher rechtwinkliger Entfernung zur Bahntrasse identische Messergebnisse vorliegen. Dies ist in Abb. 2 mit den gestrichelten Linien an jeder Messposition skizziert. In größerer Entfernung als MP-5, südlich der Bahnhofstr. werden die Messergebnisse zunehmend geringer.

4.2 Messergebnisse

Während der Langzeitmessung sind Messdaten alle 2 Sekunden gemessen und gespeichert worden. Damit ergibt sich eine Zeitabhängigkeit der Ergebnisse. Der gesamt Verlauf ist in Abb. 6 dargestellt. Dabei ist stets der Betrag des Summenvektors der magnetischen Flussdichte bzw. der elektrischen Feldstärke verwendet worden.

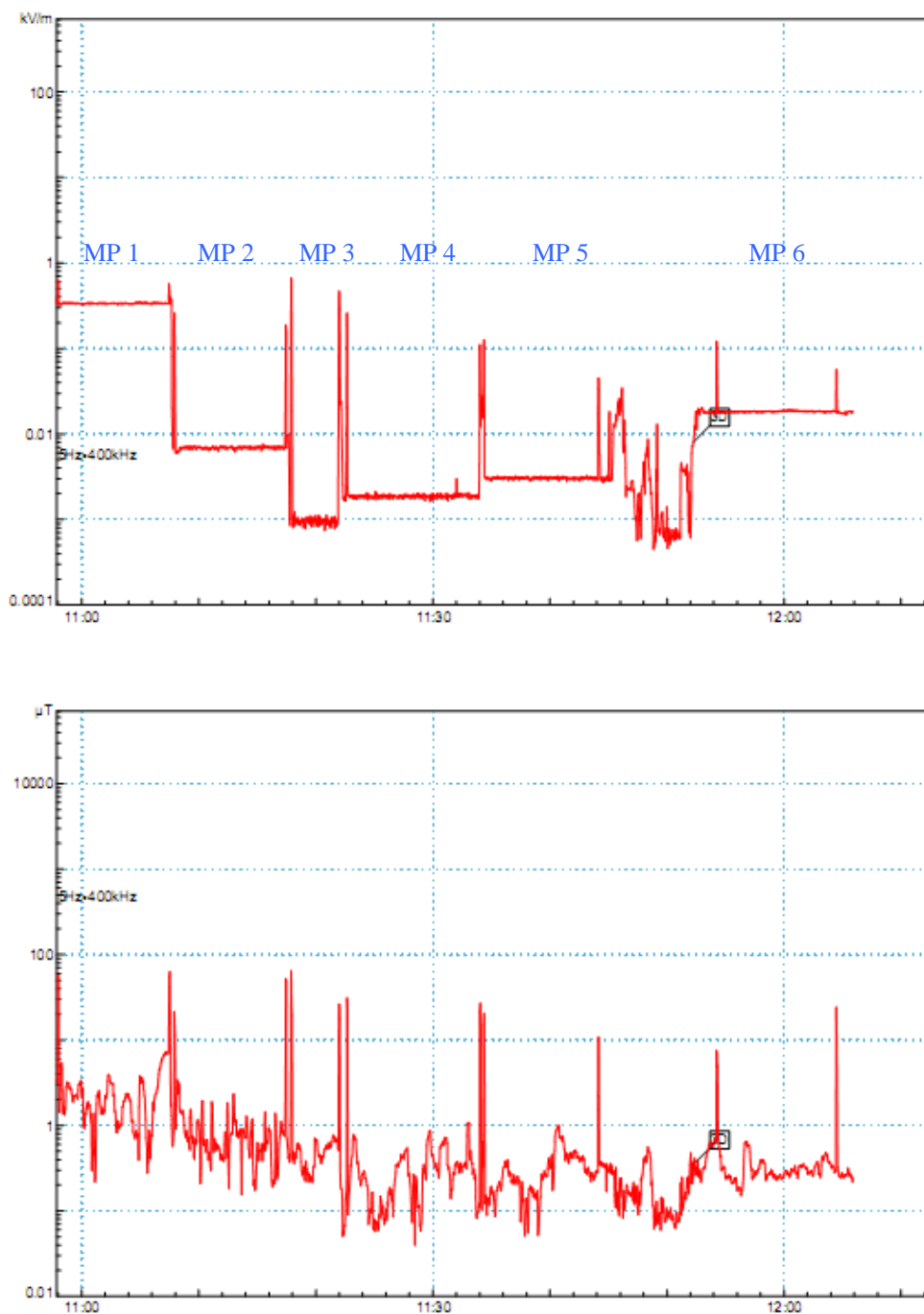


Abb. 6 Zeitgleicher Gesamtverlauf der elektrischen Feldstärke in V/m (oben) und der magnetischen Flussdichte in μT (logarithmische Skalierung der Messwerte)

Beim Wechsel der Messposition ergeben sich undefinierte Ergebnisse und teilweise Spitzenwerte. Dies ist durch die mechanische Bewegung des Messgerätes und eine Annäherung der Messperson verursacht. Bei der Auswertung sind daher nur die Messwerte verwendet worden, an denen sich das Messgerät in einer stabilen Position befand und sich keine Person in der unmittelbaren Nähe befand. Diese Zeitfenster sind in Abb. 6 mit der zugehörigen Messposition für MP 1-6 blau angedeutet.

Die elektrische Feldstärke wird von der Betriebsspannung auf dem Fahrdrabt und der Speiseleitung bestimmt und ist zudem von der Entfernung der Messposition zur Bahntrasse abhängig. Wegen der relativ konstanten Betriebsspannung zeigt sich je Messposition ein entsprechend gleichmäßiger Verlauf.

Da alle Werte weit unterhalb des zulässigen Grenzwerte von 5 KV/m liegen, ist diese Größe für den Personenschutz nicht relevant und wird daher nachfolgend nicht weiter ausgewertet.

Die magnetische Flussdichte ist von den im jeweiligen Fahrdrabt und den Schienen fließenden Strömen abhängig. Bedingt durch die stark wechselnde Stromlast des Bahnverkehrs, z.B. beim Anfahrvorgang, ergibt sich für die magnetische Flussdichte ein entsprechend schwankender Messwert. In Abb. 7 ist dies für MP-1 grafisch dargestellt.

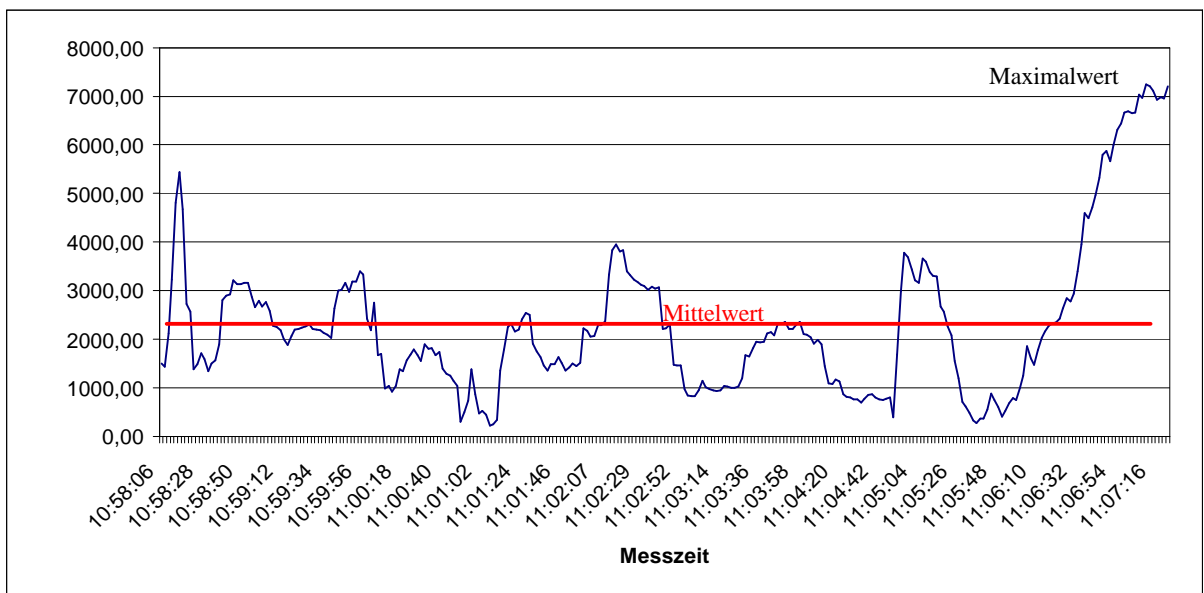


Abb. 7 Zeitlicher Verlauf der magnetischen Flussdichte in nT an MP-1 (lineare Skalierung)

In dem jeweiligen Zeitfenster der Messung ist in der nachfolgenden Auswertung für jede Messposition der Mittelwert berechnet und der Maximalwert gefunden worden.

Die sich an allen Messpositionen ergebenden Maximal- und errechneten Mittelwerte der magnetischen Flussdichte sind in Tab. 2 zusammengefasst. Der berechnete Mittelwert ist auf den zulässigen Grenzwert bezogen, so dass sich damit ein Prozentsatz der Grenzwertausschöpfung ergibt (Formel siehe Absatz 2.4). Da der Anteil des Bahnstromes ($16^{2/3}$ Hz) dominiert, ist dafür der zutreffende Grenzwert von $300 \mu\text{T}$ verwendet worden.

Messposition	Auswertefenster nach synchronisierter Gerätezeit (von/bis)	Maximalwert der magnetischen Flussdichte [nT]	Mittelwert der magnetischen Flussdichte [nT]	Prozentsatz der Grenzwertausschöpfung 1)
MP 1	10:58:06-11:07:24	7245	2295	0,765 %
MP 2	11:08:00-11:17:19	3406	800	0,266 %
MP 3	11:17:59-11:21:56	775	471	0,157 %
MP 4	11:22:47-11:33:55	1083	312	0,104 %
MP 5	11:34:27-11:44:05	996	307	0,102 %
MP 6	11:54:23-12:04:23	663	314	0,104 %

Tab. 2 Messergebnisse der magnetischen Flussdichte (aufgerundet)

Anmerkung 1): Mittelwert bezogen auf Grenzwerte nach Absatz 2.4

Mit zunehmender Entfernung von der Bahntrasse kann bei dem Mittelwert der magnetischen Flussdichte ein abnehmender Verlauf (siehe Tab. 2) festgestellt werden der sich in der Tendenz etwa mit dem theoretischen Verlauf deckt (siehe Abb. 4).

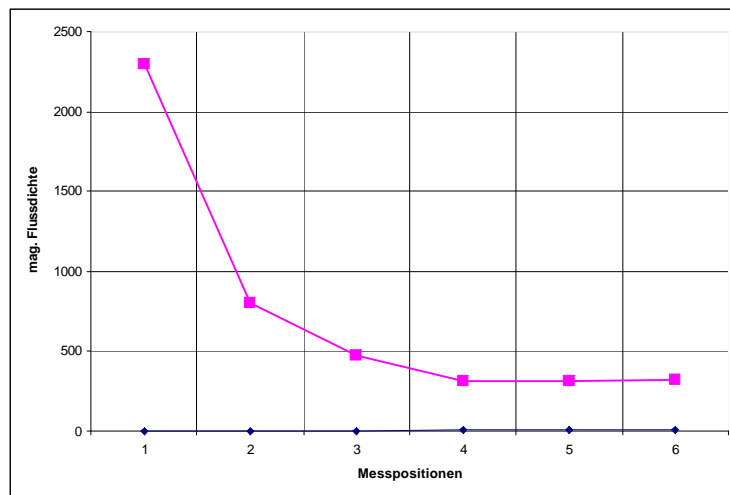


Abb. 8 Verlauf der mittleren magnetischen Flussdichte [nT] in Abhängigkeit der Entfernung vom Gleiskörper

An anderen Positionen als MP 1-5, die aber in gleicher Entfernung rechtwinklig zur Bahntrasse liegen, würden sich identische Messwerte ergeben. Für die elektrische Feldstärke würde sich theoretisch ein ähnlicher Verlauf wie für die magnetische Flussdichte ergeben. Durch die Bäume und den geerdeten Gittermast an MP1 wird das elektrische Feld jedoch teilweise abgeschwächt (Wirkung ähnlich einem Blitzableiter), so dass sich dort ein maximaler Messwert von nur 347 V/m ergibt (siehe Abb. 6 oberer Bereich).

5.0 Bewertung der Ergebnisse

Die Messergebnisse sind gerätebedingt mit einer Genauigkeit von 5 % ermittelt worden. Auch im schlechtesten Fall, d.h. wenn zu niedrig gemessen worden wäre und ein Aufschlag von 5 % eingerechnet werden müsste, werden die zulässigen Grenzwerte sicher eingehalten.

5.1 Personenschutz nach 26. BImSchV

Alle Messwerte für die magnetische Flussdichte (siehe Tab. 2) liegen deutlich unterhalb der in der 26. BImSchV definierten Grenzwerte von 300 μT (siehe Absatz 2.4). Erst wenn die relative Feldimmission einen Wert von 100 % erreicht, würde eine kritische Situation vorliegen. Selbst wenn ein Mehrfaches der festgestellten Mittelwerte erreicht würde, wird der Grenzwert nicht überschritten. Dies gilt auch für die maximalen Effektivwerte (siehe 26. BImSchV, §4 Anforderungen zur Vorsorge).

Anmerkung: Bei der Bewertung nach der 26. BImSchV wird ein permanenter Aufenthalt im Sinne einer Wohnsituation unterstellt.

Die elektrische Feldstärke außerhalb von Gebäuden unterschreitet ebenfalls deutlich den Grenzwert von 5.000 V/m (siehe Abb. 6). Der höchste Messwert beträgt im Freifeld an MP-1 etwa 347 V/m und damit nur 7 % der Grenzwertausschöpfung. Die elektrische Feldstärke wird jedoch innerhalb von Gebäuden (permanenter Aufenthalt) stark gedämpft und ist damit im vorliegenden Fall nicht relevant.

Im Gegensatz dazu durchdringt das magnetische Wechselfeld die üblichen Baustoffe eines Wohn- bzw. Bürogebäudes fast ungehindert, d.h. die festgestellten Messergebnisse gelten auch innerhalb eines Gebäudes.

Die oben genannte Verordnung stellt in Deutschland die rechtliche Grundlage zur immissionstechnischen Zulassung feldemittierender Anlagen dar. Die darin definierten Grenzwerte sind von internationalen und nationalen Fachgremien festgelegt worden. Nach dem derzeitigen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse ist bei einem Unterschreiten dieser Werte der Personenschutz gewährleistet.

6.0 Zusammenfassung und Empfehlungen

- Bei den aktuell festgestellten Ergebnissen werden die Grenzwerte der magnetischen Flussdichte entsprechend der 26. BImSchV trotzdem im Mittel nicht zu mehr als 0,765 % (an MP-1) ausgeschöpft. Eine Personengefährdung durch magnetische oder elektrische Wechselfelder, herrührend vom derzeitigen elektrischen Bahnverkehr, ist im angegebenen Frequenz- und Abstandsbereich daher nicht gegeben. Auch bei einem gleichzeitigen Anfahren mehrerer Bahnen würden die Grenzwerte sicher eingehalten. Dieser hypothetische Betriebsfall würde jedoch nur kurzzeitig auftreten.
- Da auf der Bahnstrecke stets ein, jedoch nicht immer sichtbarer, Verkehr abläuft, ist auch ein entsprechendes magnetisches Wechselfeld vorhanden. Zwischen dem Vorbeifahren einer Bahn und einem Feldmaximum besteht kein direkter Zusammenhang. Die Maxima können auch vom Betriebsstrom eines entfernteren bzw. nicht immer direkt sichtbaren Zuges verursacht werden.
- Da der Bahnstrom nicht immer vollständig über die Gleise fließt, kann in der Nähe von Bahntrassen im Erdreich mit vagabundierenden Rückströmen gerechnet werden. Um eine Einkopplung dieser Ströme auf benachbarte Stromnetze der Neubebauung zu vermeiden, sollte bei der Planung und Ausführung der elektrischen Stromversorgung, insbesondere dessen **Erdungssystem**, Gebäudestromverteilung und Heizungssystem im Sinne einer sternförmigen Struktur darauf Rücksicht genommen werden.

7.0 Verwendete Literatur

- DIN EN 50413 von 08.2009, Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz)
- 26. BImSchV, 26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes vom 16.12.1996
- Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder, Beschluss des Länderausschusses für Immissionsschutz (107. Sitzung vom 15.-17.3.2004)
- BEMFV, Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder vom 20.08.2002
- EMVU-Messtechnik, Vieweg, 2000, ISBN 3-528-03901-9

8.0 Konfigurationsänderungen

Die durchgeführten Messungen beziehen sich ausschließlich auf den derzeitigen technischen und baulichen Stand der Anlagen. Sofern weitere Anlagen hinzukommen oder sonstige technischen Änderungen vorgenommen werden, kann sich eine andere Gesamtimmission ergeben.

Anhang

Vergleichstabelle mit typischen Werten im Haushaltsbereich bei 50 Hz Netzfrequenz

(Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Fachinformation Elektromagnetische Felder)

Gerät	Elektrische Feldstärke in V/m
Elektr. Küchenherd	8
Toaster	80
Bügeleisen	120
Glühbirne	5
Haarfön	80
Stereoempfänger	180

Einige Beispiele für die elektrische Feldstärke gemessen
in 30 cm Abstand

TABELLE: MAGNETISCHE FLUSSDICHTEN IN MIKROTESLA IN DER NÄHE VON ELEKTRISCHEN HAUSHALTSGERÄTEN (50HZ-ANWENDUNGEN)

Gerät	in 3 cm Abstand	in 30 cm Abstand	in 1 m Abstand
Elektroherd	1-50	0,15-8	0,01-0,04
Kühlschrank	0,5-2	0,01-0,3	0,01-0,04
Kaffeemaschine	1-10	0,1-0,2	0,01-0,02
Handmixer	60-700	0,6-10	0,02-0,25
Toaster	7-20	0,06-1	0,01-0,02
Haarfön	6-2000	0,1-7	0,01-0,3
Elektrorasierer	15-1500	0,08-9	0,01-0,3
Bohrmaschine	400-800	2-3,5	0,08-0,2
Elektrosäge	250-1000	1-25	0,01-1
Staubsauger	200-800	2-20	0,1-2
Waschmaschine	0,08-50	0,15-3	0,01-0,15
Wäschetrockner	0,3-8	0,1-2	0,02-0,1
Bügeleisen	8-30	0,1-0,3	0,01-0,03
Radiowecker	3-60	0,1-1	0,01-0,02
el. Heizdecke	bis 30		
Fernseher	2,5-50	0,04-2	0,01-0,15
el. Fußbodenheizung		0,1-8	
el. Heizofen	10-180	0,15-5	0,01-0,25

Einige Beispiele für die magnetische Flussdichte bei unterschiedlichem Abstand
(Quelle: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Elektromagnetische Felder im Alltag, Juni 2009)